

Title	視覚－行動学習に基づくロボットの注視制御
Author(s)	港, 隆史
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/45897">https://hdl.handle.net/11094/45897</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	みなと 港 たか 隆 し 史
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 19078 号
学位授与年月日	平成16年12月22日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科知能・機能創成工学専攻
学位論文名	視覚—行動学習に基づくロボットの注視制御
論文審査委員	(主査) 教授 浅田 稔  (副査) 教授 白井 良明 教授 石黒 浩 教授 南埜 宜俊 教授 安田 秀幸 教授 黄地 尚義 教授 中谷 彰宏 教授 菅沼 克昭

### 論 文 内 容 の 要 旨

ロボット技術の発展により、自律ロボットに環境やタスクの変化に対する適応能力など、より高い知能が求められるようになってきた。適応能力を持つためには、人間がロボットの制御系をタスクごとに設計するのではなく、ロボットの入出力データの統計的処理に基づいてタスクに適した制御系を求める学習手法が有効である。このとき、ロボットの内部構造および学習のための評価の設計が重要となる。タスクに適した制御系を得るためには、タスク構造を反映した評価が必要である。また、ロボットの適応能力を高めるためには、得られた制御系の中でタスクに対して汎用的となる部分を抽出可能な構造が有効である。本論文ではこの考えを適用する問題として、ロボットの注視制御に注目した。

ロボットの注視は、画像データや情報を変換あるいは取捨選択し、制御系構築を容易にする重要な機能である。視覚を持つロボットに関する従来研究では、タスク達成に必要なと考えられる注視を設計者が明示的に制御していた。しかし、自律ロボットがタスクや環境の変化に適応するためには、注視制御がそれらに対して適応的でなければならない。そこで本論文では、ロボットが自ら得た観測および行動経験に基づいて、与えられたタスクに有効な注視を学習する注視制御を提案した。

第1章では、視覚を持つロボットの注視制御の意味を明確にし、ロボットが自身の観測、行動経験に基づいて、タスクに有効な注視を学習する意義を説明した。

第2章では、視覚システムおよびロボットシステムにおいて、入出力データに基づいて注視制御を行う従来研究を紹介した。そして従来研究との比較により、本論文における研究の立場を明らかにした。

第3章では、ロボットがタスクに有効な画像特徴抽出器を生成する手法を提案した。上述した汎用的な部分を作り出すために、ロボットの状態を計算する過程を、画像特徴抽出部と状態抽出部の2段階に分けたモデルを用いた。そしてタスク構造を反映した評価を行うために、教示成功事例を用いて状態と行動の相互情報量を最大化する画像特徴抽出器および状態写像関数を学習した。移動ロボットを用いた実験では、3×3空間フィルタ型および色フィルタ型の画像特徴抽出器を生成し、手法の有効性を検証した。

第4章では、画像特徴抽出器の種々の関数型を示し、それらを用いて種々のタスクで生成された画像特徴抽出器を

示した。ここで示した画像特徴抽出器は、次章で提案する選択的注視における選択対象となる。

第5章では、より複雑なタスクを行うために、ロボットが生成した複数の画像特徴抽出器の中から、タスクに有効なものだけを用いる選択的注視を学習する手法を提案した。この手法では、状態と行動の相互情報量期待値を最大化する画像特徴抽出器を選択する。また、成功事例を時間方向に分割することによって部分的なタスクの評価を導入し、選択を効率化した。移動ロボットを用いた実験では、複数の画像特徴抽出器の中から行動決定に有効なものだけが選択されることを示した。

第6章では、本論文のまとめと今後の発展について述べた。

## 論文審査の結果の要旨

本論文では、視覚を有するロボットの必要不可欠な機能である注視において、ロボットが自ら得た観測および行動経験に基づいて、与えられたタスクに有効な注視を学習する注視制御を提案している。本論文は主に2つの仕事からなる。

1つ目として、ロボットがタスクに有効な画像特徴抽出器を生成する手法を提案している。ロボットの状態を画像特徴抽出部と状態抽出部の2段階に分けたモデルを用いて計算する。タスク構造を反映した評価を行うために、教示成功事例を用いて、状態と行動の相互情報量を最大化する画像特徴抽出器および状態写像関数を学習する。移動ロボットを用いた実験では、3×3空間フィルタ型、色フィルタ型、時間フィルタ型、時空間フィルタ型など多様な画像特徴抽出器を生成し、手法の有効性を検証している。

2つ目として、より複雑なタスクを行うために、ロボットが生成した複数の画像特徴抽出器の中から、タスクに有効なものだけを用いる選択的注視を学習する手法を提案している。そこでは、状態と行動の相互情報量期待値を最大化する画像特徴抽出器を選択する。移動ロボットを用いた実験では、複数の画像特徴抽出器の中から行動決定に有効なものだけが選択されることを示し、ロボットが過去に生成した画像特徴抽出器をロボットの知識として利用できることを示している。

これらの成果は、従来の設計者の経験に基づいた注視制御と異なり、ロボットの入出力データの統計的処理に基づいてタスクに適した注視制御を構築する点において、視覚を有するロボットの制御系構築に大きく貢献するものである。また、タスク構造を反映した評価の導入および、タスクに対して汎用的となる部分を抽出可能な構造の提案は、自律ロボットの学習・発達の分野に広く寄与するものである。

以上の成果を評価し、本論文は博士論文として価値あるものと認める。